ИЗВЕСТИЯ
ТОМСКОГО ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА имени С. М. КИРОВА

Том 191 1969

# ЗАВИСИМОСТЬ УРОВНЯ СЕБЕСТОИМОСТИ ОТ ОСНОВНЫХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОМОНТАЖНЫХ РАБОТ

И. А. ОМЕЛЬЧЕНКО

(Представлена научным семинаром кафедр электрических станций и электрических сетей и систем)

Существующие методы определения себестоимости сводятся к сопоставлению прямых затрат со сметной стоимостью работ. Анализ уровня себестоимости ограничивается сравнением плановых и фактических показателей. При этом не учитывается влияние на себестоимость факторов, связанных с техническим ростом производства. К таким факторам можно отнести: рост производительности труда, оказывающий влияние на снижение себестоимости путем уменьшения доли заработной платы, увеличение объема работ, приводящее к уменьшению накладных расходов на единицу продукции. Но объем работы, производительность труда, в свою очередь, сами зависят от многих условий: квалификации ИТР и рабочих, объема работ одного объекта, расстояния до него, темпов строительства, состояния подготовки производства, обеспечения материалами и оборудованием, климатическими условиями и прочее.

Все это сказывается на результатах деятельности организаций. При такой обстановке наиболее эффективным, а иногда единственно возможным становится метод математической статистики с применением теории вероятностей.

В данной статье изложены результаты работы по исследованию влияния на себестоимость технико-экономических показателей на основе итогов работы монтажных управлений треста Сибэлектромонтаж на 1966 г.

В статье приняты следующие характеристики и условные обозначения:

У — уровень себестоимости, отношение фактической себестоимости к сметной стоимости работ;

$X_1$ — годовой объем строительно-монтажных работ в млн. руб.;

$X_2$ — выработка на одного работающего в тыс. руб.;

$X_3$ — среднегодовая зарплата одного работающего в тыс. руб.

Как видно из табл. 1, функциональной связи между изучаемыми показателями не существует. Для выявления корреляционной связи определим коэффициенты корреляции между зависимыми величинами.

Найдем средние значения У и $X_1$:

$$m_У = \frac{\Sigma У}{n} = \frac{10,1286}{12} = 0,84405,$$

Таблица 1

| № п.-п. | Управления | У | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Омское | 0,7861 | 4,351 | 10,092 | 1,47 |
| 2. | 1-Красноярское | 0,7948 | 3,737 | 10,21 | 1,802 |
| 3. | Томское | 0,83 | 1,554 | 9,976 | 1,665 |
| 4. | Ачинское | 0,8341 | 2,87 | 10,177 | 1,87 |
| 5. | Улан-Удэнское | 0,8401 | 1,428 | 7,979 | 1,498 |
| 6. | Читинское | 0,8341 | 1,409 | 9,917 | 1,842 |
| 7. | Усольское | 0,8443 | 3,862 | 10,11 | 1,843 |
| 8. | 2-Новосибирское | 0,8480 | 3,609 | 11,567 | 1,764 |
| 9. | I-Новосибирское | 0,8540 | 3,877 | 9,916 | 1,88 |
| 10. | 2-Красноярское | 0,8647 | 4,554 | 13,162 | 1,684 |
| 11. | Якутское | 0,8720 | 2,008 | 10,973 | 2,963 |
| 12. | Шелеховское | 0,9174 | 8,692 | 9,909 | 1,626 |

$$m_{x1} = \frac{\Sigma x_1}{n} = \frac{36{,}951}{12} = 3{,}07925. \quad (1)$$

Определим статистические вторые начальные моменты:

$$\alpha_2^*[У] = \frac{\Sigma У^2}{n} = \frac{8{,}5617}{12} = 0{,}713475,$$

$$\alpha_2^*[X_1] = \frac{\Sigma X_1^2}{n} = \frac{128{,}94}{12} = 10{,}745. \quad (2)$$

Вычислим статистические дисперсии:

$$Д_у^* = \alpha_2^*[У] - m_у^2 = 0{,}001055,$$

$$Д_{x1}^* = \alpha_2^*[X_1] - m_{x1}^2 = 1{,}25323. \quad (3)$$

Умножая статистические дисперсии на $\frac{12}{n-1}$, найдем несмещенную оценку дисперсий

$$Д_у = 0{,}001151, \quad Д_{x1} = 1{,}367274. \quad (4)$$

Тогда среднее квадратичное отклонение

$$\sigma_у = \sqrt{Д_у} = 0{,}034, \quad \sigma_{x1} = \sqrt{Д_{x1}} = 1{,}17. \quad (5)$$

Найдем статистический начальный момент:

$$\alpha_1^*{}_{,1}[УX_1] = \frac{\Sigma УX_1}{n} = \frac{31{,}17}{12} = 2{,}5975. \quad (6)$$

Статистический корреляционный момент:

$$K_{ух1}^* = \alpha_{1,1}[УX_1] - m_у m_{x1} = -0{,}185. \quad (7)$$

Несмещенная оценка статистического корреляционного момента

$$K_{ух1} = K^*_{ух1} \cdot \frac{n}{n-1} = -0{,}201. \quad (8)$$

Тогда коэффициент корреляции

$$r_{ух1} = \frac{K_{ух1}}{\sigma_у \cdot \sigma_{x1}} = \frac{-0{,}201}{0{,}034 \cdot 1{,}17} = -0{,}505. \quad (9)$$

Таким же образом найдем все коэффициенты корреляции и результаты сведем в табл. 2

Коэффициенты корреляции между У и $X_1$, $X_2$, $X_3$ весьма значительны. Это позволяет сделать вывод о наличии существенной связи между изучаемыми технико-экономическими показателями. Отрицательные

Таблица 2

| | У | $X_1$ | $X_2$ | $X_3$ |
|---|---|---|---|---|
| У | — | —0,505 | —0,821 | 0,437 |
| $X_1$ | —0,505 | — | 0,893 | —0,373 |
| $X_2$ | —0,821 | 0,893 | — | 0,467 |
| $X_3$ | 0,437 | —0,373 | —0,467 | — |

знаки у некоторых коэффициентов свидетельствуют об отрицательной связи между факторами.

Найденные значения коэффициентов корреляции дают возможность получить уравнение линейной регрессии между У и $X_1$ [3].

$$У - m_y = r_{yx1} \frac{\sigma_y}{\sigma_{x1}} (X_1 - m_{x1}),$$

$$У - 0{,}84405 = -0{,}505 \frac{0{,}034}{1{,}17} (X_1 - 3{,}07925), \qquad (10)$$

$$У = 0{,}89005 - 0{,}0149\, X_1.$$

Аналогично вычисляем и остальные зависимости.

$$У = 1{,}0782 - 0{,}0227\, X_2, \qquad (11)$$

$$У = 0{,}76987 + 0{,}0401\, X_3. \qquad (12)$$

На рис. 1 показаны графики зависимости У от $X_1$, $X_2$, $X_3$.

Уровень себестоимости зависит от нескольких аргументов $X_k$, действующих одновременно. Для получения коэффициентов линейной зависимости вида

$$У = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 \qquad (13)$$

необходимо решить систему линейных, нормальных уравнений.

$$\left.\begin{aligned} S_{00}a_0 + S_{01}a_1 + S_{02}a_2 + S_{03}a_3 &= b_0,\\ S_{10}a_0 + S_{11}a_1 + S_{12}a_2 + S_{13}a_3 &= b_1,\\ S_{20}a_0 + S_{21}a_1 + S_{22}a_2 + S_{23}a_3 &= b_2,\\ S_{30}a_0 + S_{31}a_1 + S_{32}a_2 + S_{33}a_3 &= b_3. \end{aligned}\right\} \qquad (14)$$

Здесь: $S_{00} = n$; $S_{01} = \Sigma X_1$; $S_{02} = \Sigma X_2$; $S_{03} = \Sigma X_3$;
$S_{11} = \Sigma X_1^2$; $S_{12} = S_{21} = \Sigma X_1 \cdot X_2$; $S_{13} = S_{31} = \Sigma X_1 \cdot X_3$;
$S_{22} = \Sigma X_2^2$; $S_{23} = S_{32} = \Sigma X_2 \cdot X_3$; $S_{33} = \Sigma X_3^2$;
$b_0 = \Sigma У$; $b_1 = \Sigma У \cdot X_1$; $b_2 = \Sigma У \cdot X_2$; $b_3 = \Sigma У \cdot X_3$.

Тогда система уравнений (14) примет вид:

$$\left.\begin{aligned} 12\, a_0 + 36{,}951\, a_1 + 123{,}787\, a_2 + 22{,}207\, a_3 &= 10{,}1286,\\ 36{,}951\, a_0 + 128{,}94\, a_1 + 389{,}63\, a_2 + 67{,}52\, a_3 &= 31{,}17,\\ 123{,}787\, a_0 + 389{,}63\, a_1 + 1293{,}43\, a_2 + 230{,}2\, a_3 &= 104{,}55,\\ 22{,}207\, a_0 + 67{,}52\, a_1 + 230{,}2\, a_2 + 42{,}58\, a_3 &= 18{,}77. \end{aligned}\right\} \qquad (15)$$

Существует несколько способов решения уравнений данного вида. В нашем примере коэффициенты линейной зависимости были рассчитаны по стандартной программе ЭЦВМ «Раздан-2» в учебно-вычислительной лаборатории Омского политехнического института. Они имеют значения:

$$\left.\begin{aligned} a_0 &= 0{,}7761598,\\ a_1 &= 0{,}0033938,\\ a_2 &= 0{,}005372191,\\ a_3 &= 0{,}01236006. \end{aligned}\right\} \qquad (16)$$

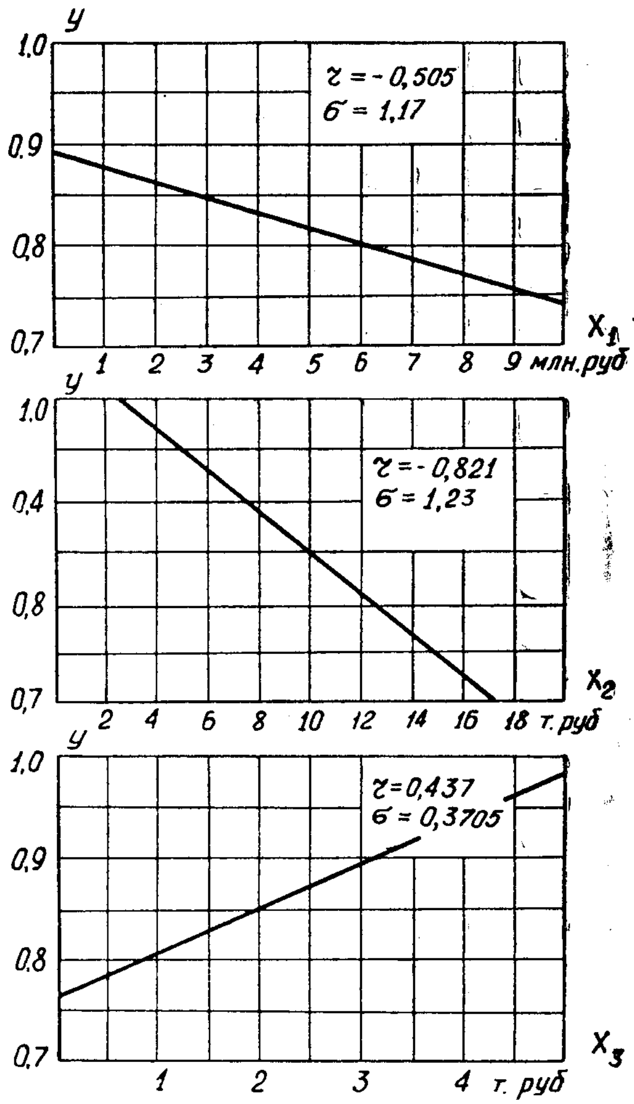


Рис. 1.

Таким образом, линейное уравнение зависимости уровня себестоимости от технико-экономических показателей имеет вид.

$$У = 0,7761598 - 0,0033938\, X_1 + 0,00537219\, X_2 + 0,01236006\, X_3. \qquad (17)$$

Сопоставление фактических данных с теоретическим уровнем себестоимости показывает большую сходимость.

Для того, чтобы выведенное уравнение можно было применить на всю совокупность монтажных организаций, определим доверительные интервалы для коэффициентов.

На основании [2] определим доверительные интервалы для коэффициентов линейного уравнения при надежности 0,9 и К-8:

$$\begin{aligned} 0,7626098 &< a_0 < 0,7897098, \\ 0,0173938 &< a_1 < 0,0106062, \\ 0,004017191 &< a_2 < 0,006727191, \\ 0,00687006 &< a_3 < 0,01785006. \end{aligned} \qquad (18)$$

При подстановке в уравнение (17) значений $X_1$, $X_2$, $X_3$ определяется уровень себестоимости электромонтажных работ. Из этого же уравнения при наличии сведений об уровне себестоимости можно определить любой технико-экономический показатель, входящий в формулу.

Наибольший процент снижения себестоимости будет соответствовать наименьшему уровню себестоимости. Модель себестоимости определена для монтажных управлений Сибирской зоны, но ее можно применять и для других монтажных организаций.

Для этого в пределах доверительных интервалов для коэффициентов линейной зависимости подбираются подходящие значения и вычисляют уровень себестоимости.

## ЛИТЕРАТУРА


1. Под общей редакцией **А. А. Свешникова**. Руководство для инженеров по решению задач теории вероятностей. Судпромгиз, 1962.
2. **В. Ю. Линник.** Метод наименьших квадратов и основы теории обработки наблюдений. Изд. физико-математической литературы, 1962.
3. **Е. С. Вентцель.** Теория вероятностей, 1958.